

537, 237

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juni 2004 (17.06.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/051056 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01D 5/02,  
5/28, 5/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003959

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Dezember 2003 (02.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 57 091.4 5. Dezember 2002 (05.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JANSSEN, Wolfgang  
[DE/DE]; Eisenach Str. 1, 42579 Heiligenhaus (DE).  
KERN, Torsten-Ulf [DE/DE]; Wackenbrucher Str. 38,  
46485 Wesel (DE). KLÖCKNER, Heinz [DE/DE];  
Heissener Str. 57, 45468 Mülheim a.d. Ruhr (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF,  
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG).

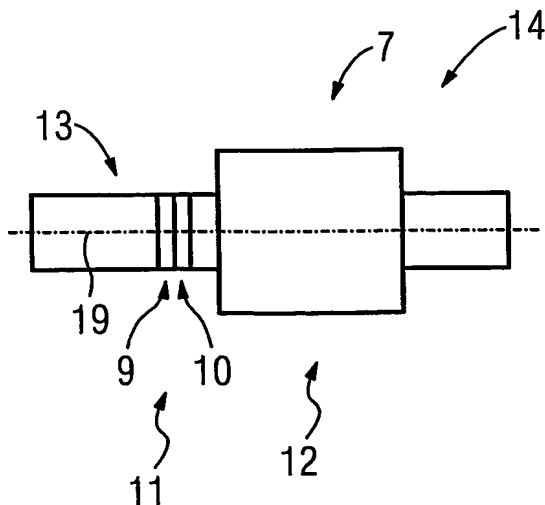
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: TURBINE SHAFT AND PRODUCTION OF A TURBINE SHAFT

(54) Bezeichnung: TURBINENWELLE SOWIE HERSTELLUNG EINER TURBINENWELLE



(57) **Abstract:** The invention relates to a turbine shaft (2, 8) for a steam turbine, oriented in an axial direction (19) and comprising a first (5, 13) and a second flow region (6, 14). According to the invention, a first material is provided in the first flow region (5, 13) of the turbine shaft (2, 8), and a second flow region is provided in the second flow region (6, 14) thereof, the first material having heat-resistant properties and the second material having cold-resistant properties. The inventive turbine shaft (2, 8) is produced by means of a construction weld seam (4) without any previous buffer layer welding on one of the two materials.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine in einer Axial-  
richtung (19) ausgerichtete Turbinenwelle (2, 8) für eine Dampfturbi-  
nemit einem ersten (5, 13) einem zweiten Strömungsbereich (6, 14),  
wobei die Turbinenwelle (2, 8) im ersten Strömungsbereich (5, 13) ein  
erstes Material aufweist und im zweiten Strömungsbereich (6, 14) ein  
zweites Material aufweist, wobei das erste Material warmfeste Eigen-  
schaften zeigt und das zweite Material kaltzähe Eigenschaften zeigt  
und die Turbinenwelle (2, 8) mittels einer Konstruktionsschweißnaht  
(4) gefertigt wird ohne vorherige Pufferlagenschweißung auf einem

der beiden Materialien.

WO 2004/051056 A1

## Beschreibung

## Turbinenwelle sowie Herstellung einer Turbinenwelle

5 Die Erfindung betrifft eine in einer Axialrichtung ausgerich-  
tete Turbinenwelle für eine Dampfturbine mit einem ersten  
Strömungsbereich und einem in der Axialrichtung an den ersten  
Strömungsbereich angrenzenden zweiten Strömungsbereich, wobei  
10 die Turbinenwelle im ersten Strömungsbereich ein erstes Mate-  
rial aufweist und im zweiten Strömungsbereich ein zweites Ma-  
terial aufweist. Die Erfindung betrifft ebenso ein Verfahren  
zur Herstellung einer zwei Materialien umfassenden in einer  
Axialrichtung ausgerichteten Turbinenwelle.

15 Turbinenwellen werden in der Regel in Strömungsmaschinen ein-  
gesetzt. Als Beispiel für eine Strömungsmaschine kann eine  
Dampfturbine betrachtet werden. Zur Wirkungsgradsteigerung  
werden Dampfturbinen als sogenannte kombinierte Dampfturbinen  
ausgebildet. Derartige Dampfturbinen weisen einen Einströ-  
20 mungsbereich und zwei oder mehreren mit Lauf- und Leitschau-  
feln ausgebildete Strömungsbereiche auf. Ein Strömungsmedium  
strömt über den Einströmungsbereich zu einem ersten Strö-  
mungsbereich und anschließend zu einem weiteren Strömungsbe-  
reich. Als Beispiel für ein Strömungsmedium kann hier Dampf  
25 betrachtet werden.

Beispielsweise wird Dampf bei Temperaturen von über 400°C in  
den Einströmungsbereich geleitet und gelangt von dort zu dem  
ersten Strömungsbereich. Dabei werden im ersten Strömungsbe-  
30 reich verschiedene Bauteile, insbesondere die Turbinenwelle  
thermisch belastet. Nach dem ersten Strömungsbereich strömt  
der Dampf zum zweiten Strömungsbereich. Im zweiten Strömungs-  
bereich weist der Dampf in der Regel niedrigere Temperaturen  
und niedrigere Drücke auf. In diesem Bereich sollte die Tur-  
35 binenwelle kaltzähe Eigenschaften aufweisen.

Um die beiden notwendigen Eigenschaften der Turbinenwelle miteinander zu kombinieren, sind verschiedene Lösungen bisher bekannt. Eine Lösung sieht vor, die warmfeste Eigenschaft und die kaltzähe Eigenschaft der Turbinenwelle miteinander zu kombinieren. Dabei wird eine sogenannte Monoblockwelle eingesetzt, die die beiden notwendigen Eigenschaften mit gewissen Einschränkungen kombiniert. Allerdings werden hier Kompromisse eingegangen, die für die Konstruktion und den Betrieb der Dampfturbine zu Einschränkungen führen kann.

10

Es ist weiterhin bekannt, Turbinenwellen zu schweißen. Bei den bisher bekannten Werkstoffen und den daran angestellten Anforderungen muss eine Pufferschweißung auf einen Werkstoff aufgetragen werden, die bei einer bestimmten Temperatur geglüht werden muss. Nach dem Glühen der Pufferschweißung an einem ersten Werkstoff erfolgt die Verbindung der beiden Teile der Turbinenwelle aus einem ersten und einem zweiten Material durch eine Konstruktionsschweißung mit einer abschließenden Anlassbehandlung bei einer Temperatur, die geringer ist als die während der Glühung der Pufferschweißung herrschende Temperatur. Als Werkstoff für den ersten Bereich der Turbinenwelle, die warmfeste Eigenschaften zeigen muss, wurde bislang 1% CrMoV eingesetzt. Für den zweiten Bereich der Turbinenwelle, der kaltzähe Eigenschaften zeigen muss, wurde bisher 3,5% NiCrMoV eingesetzt.

20

25

Das Verfahren zur Herstellung derartiger Turbinenwellen ist aufwändig und kompliziert.

30 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Turbinenwelle anzugeben, die kaltzähe und warmfeste Eigenschaften aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung der Turbinenwelle anzugeben.

35 Die auf die Turbinenwelle hingerichtete Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.

## 3

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen dargestellt.

Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe wird durch die  
5 kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 4 beschrieben.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass durch eine gezielte Werkstoffauswahl und angepasste Wärmebehandlung auf eine zusätzliche Pufferschweißung und auf eine zusätzliche  
10 Zwischenglühung verzichtet werden kann.

Ein Vorteil ist unter anderem darin zu sehen, dass eine Turbinenwelle schneller und damit kostengünstiger hergestellt werden kann.

15

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Darin zeigen schematisch und nicht maßstäblich:

20

Figur 1      Schnittbild durch eine zum Stand der Technik gehörende, materialeinheitliche Turbinenwelle,

Figur 2      Schnittbild durch eine zum Stand der Technik gehörende, aus zwei Materialien bestehende Turbinenwelle,

Figur 3      Schnittbild durch eine Turbinenwelle,

Figur 4      Schnittbild durch eine Turbinenwelle.

In den stark vereinfachten Figuren 1, 2, 3 und 4 sind nur jene Teile dargestellt, die für das Verständnis der Funktionsweise der Erfindung von Bedeutung sind.

25

In einer nicht dargestellten kombinierten Mitteldruck- und Niederdruck-Dampfturbine strömt Frischdampf in einem ersten Teilabschnitt entlang einer Turbinenwelle, entspannt sich dort und kühlt gleichzeitig ab. In diesem ersten Teilabschnitt werden daher warmfeste Eigenschaftsanforderungen an  
30

das Material der Turbinenwelle gestellt. Die Temperatur des Frischdampfs kann bis zu 565°C betragen. Der abgekühlte und entspannte Frischdampf strömt in einen zweiten Teilabschnitt, in dem kaltzähe Eigenschaften der Turbinenwelle notwendig  
5 sind.

Die in Figur 1 dargestellte Turbinenwelle 1 ist als Monoblockwelle bekannt und weist den Werkstoff 23 CrMoNiWV 8-8 auf und ist in einer Axialrichtung 19 ausgerichtet. Diese  
10 Turbinenwelle 1 gehört zum Stand der Technik.

Diese Turbinenwelle 1 wird üblicherweise für kombinierte Dampfturbinen mit einer Abströmfläche zwischen 10 bis 12,5 m<sup>2</sup> in einer Reverse-Flow-Bauart bei 50 Hz eingesetzt. In der Reverse-Flow-Bauart dreht sich eine Strömungsrichtung nach  
15 Durchströmen des Mitteldruckteils 13 in im wesentlichen entgegengesetzter Richtung und strömt anschließend durch den Niederdruckteil 14. Der Werkstoff 23 CrMoNiWV 8-8 umfasst  
20 0,20 - 0,24 Gew.-% C, ≤ 0,20 Gew.-% Si, 0,60 - 0,80 Gew.-% Mn, ≤ 0,010 Gew.-% P, ≤ 0,007 Gew.-% S, 2,05 - 2,20 Gew.-% Cr, 0,80 - 0,90 Gew.-% Mo, 0,70 - 0,80 Gew.-% Ni, 0,25 - 0,35 Gew.-% V und 0,60 - 0,70 Gew.-% W. Die notwendigen Eigenschaften bezüglich der Warmfestigkeit und der Kaltzähigkeit wurden bisher mit gewissen Einschränkungen durch den Einsatz  
25 der in Figur 1 beschriebenen Turbinenwelle 1 kombiniert. Diese Turbinenwelle 1 stößt mit dem angegebenen Werkstoff 23 CrMoNiWV 8-8 an eine Festigkeits- und Zähigkeitsgrenze im Niederdruckteil 14 bei großen Durchmessern, wenn für einen Randbereich 18 Anforderungen an die statische Festigkeit von  
30 über  $R_p 0,2 > 650$  MPa gestellt werden.

Die in Figur 2 dargestellte Turbinenwelle 7 gehört zum Stand der Technik und weist einen Mitteldruckteil 13 auf, der hohen Temperaturen ausgesetzt wird. Die Turbinenwelle 7 weist  
35 ebenso einen Niederdruckteil 14 auf, der thermisch geringer belastet wird als der Mitteldruckteil 13 und in einer Axialrichtung ausgerichtet ist. Dafür wird der Niederdruckteil 14

mechanisch stärker beansprucht als der Mitteldruckteil 13. In der Regel bestehen das Mitteldruck- 13 und Niederdruckteil 14 aus unterschiedlichen Materialien. Der Mitteldruckteil 13 besteht aus 1%igem CrMoV (30 CrMoNiV 5-11) und der Niederdruck-  
5 teil besteht aus dem Werkstoff 3,5 NiCrMoV (26 NiCrMoV 14-5). Der Werkstoff 30 CrMoNiV 5-11 umfasst 0,27 - 0,34 Gew.-% C,  $\leq$  0,15 Gew.-% Si, 0,30 - 0,80 Gew.-% Mn,  $\leq$  0,010 Gew.-% P,  $\leq$  0,007 Gew.-% S, 1,10 - 1,40 Gew.-% Cr, 1,0 - 1,20 Gew.-% Mo, 0,50 - 0,75 Gew.-% Ni und 0,25 - 0,35 Gew.-% V. Im wesent-  
10 lichen besteht das erste Material aus einem warmfesten Material und das zweite Material aus einem kaltzähen Material.

Das Mitteldruckteil 13 muss warmfeste Eigenschaften und das Niederdruckteil 14 muss kaltzähe Eigenschaften besitzen. Die  
15 Turbinenwelle 7 weist eine Pufferschweißung 9 auf, die auf das Mitteldruckteil 13 zuerst aufgebracht wird und bei einer Temperatur T1 geglüht wird. Anschließend werden das Mitteldruckteil 13 und das Niederdruckteil 14 mit einer Schweißnaht miteinander verbunden. Nach diesem Schweißvorgang wird bei  
20 einer Temperatur T2 geglüht. Ursache für die verschiedenen Temperaturen T1 und T2 ist die unterschiedliche chemische Zusammensetzung und Gefügeausbildung der Werkstoffe und die daraus resultierende unterschiedliche Anlassstabilität:  $T1 > T2$ . Hohe Härten in den Wärmeeinflusszonen und Eigenspannungen  
25 müssen vermieden werden durch höchstmögliche Anlasstemperaturen, ohne die Festigkeit der bereits gefertigten und geprüften Einzelwellen negativ zu beeinflussen.

In der Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Turbinenwelle 2 in  
30 Reverse-Flow-Bauart zu sehen. Die Turbinenwelle 2 weist einen als ersten Strömungsbereich 5 ausgebildeten Mitteldruckabschnitt 5 und einen als zweiten Strömungsbereich ausgebildeten Niederdruckabschnitt 6 auf. Der Niederdruckabschnitt 6 ist mit dem Mitteldruckabschnitt 5 mittels einer Konstrukti-  
35 onsschweißung 4 miteinander verbunden. Die Verschweißung des Mitteldruckteils 5 und des Niederdruckteils 6, die zwei unterschiedliche Werkstoffe aufweisen, erfolgt ohne zusätzliche

Pufferschweißung und daher auch ohne ein zusätzliches Zwischenglühen dafür. Der Mitteldruckteil 5 umfasst bis zur vorletzten Niederdruckstufe den Werkstoff 2 CrMoNiWV (23 CrMoNiWV 8-8) und der Niederdruckteil mit letzter Niederdruckstufe besteht aus dem Werkstoff 3,5 NiCrMoV (26 NiCrMoV 14-5). Der Werkstoff 23 CrMoNiWV 8-8 umfasst 0,20 - 0,24 Gew.-% C,  $\leq 0,20$  Gew.-% Si, 0,60 - 0,80 Gew.-% Mn,  $\leq 0,010$  Gew.-% P,  $\leq 0,007$  Gew.-% S, 2,05 - 2,20 Gew.-% Cr, 0,80 - 0,90 Gew.-% Mo, 0,70 - 0,80 Gew.-% Ni, 0,25 - 0,35 Gew.-% V und 0,60 - 0,70 Gew.-% W und der Werkstoff 26 NiCrMoV 14-5 umfasst 0,22 - 0,32 Gew.-% C,  $\leq 0,15$  Gew.-% Si, 0,15 - 0,40 Gew.-% Mn,  $\leq 0,010$  Gew.-% P,  $\leq 0,007$  Gew.-% S, 1,20 - 1,80 Gew.-% Cr, 0,25 - 0,45 Gew.-% Mo, 3,40 - 4,00 Gew.-% Ni, 0,05 - 0,15 Gew.-% V.

15

Die Schweißung wird als Konstruktionsschweißung ausgeführt, wobei während der Konstruktionsschweißung ein Schweißzusatzwerkstoff zugeführt wird. Der Schweißzusatzwerkstoff sollte z. B. 2% Nickel umfassen.

20

Nach der Schweißung sollte die geschweißte Welle bei einer Temperatur zwischen 600°C und 640°C ausreichend lang zwischen 2 und 20 Stunden angelassen werden.

25 Der Vorteil des 3,5 NiCrMoV-Werkstoff liegt insbesondere darin, dass er ohne Zähigkeitsprobleme eine statische Festigkeit von bis zu  $R_{p0,2} > 760$  MPa aufweist. Durch das Anlassen bei den vorgenannten Temperaturen wird die Festigkeit der Schweißnaht kaum beeinflusst. Die Eigenspannungen und die Härten in der Wärmeeinflusszone werden verringert, so dass Spannungsrisskorrosionsgefahr durch feuchte Medien vermieden werden kann. Die Vickers-Härte liegt bei  $HV < 360$ . Damit ergibt sich eine geschweißte Welle, die im vorderen Teil die notwendige Warmfestigkeit besitzt, im hinteren Teil aber die hohe Festigkeits- und Zähigkeitsanforderung durch die großen Schaufel-Fliehkräfte ertragen kann. Die Verbindung muss nur einmal geschweißt und einmal geglüht werden.

Die in Figur 4 dargestellte Turbinenwelle 8 zeigt eine in Axialrichtung 19 ausgerichtete Turbinenwelle 8 für den Einsatz in der Straight-Flow-Bauart. Die Turbinenwelle 8 weist  
5 einen als ersten Strömungsbereich (13) ausgebildeten Mitteldruckteil 13 und einen als zweiten Strömungsbereich (14) ausgebildeten Niederdruckteil 14 auf. Der Mitteldruckteil 13 und der Niederdruckteil 14 werden über eine Konstruktionsschweißnaht 15 verbunden. Der Vorteil dieser Ausführungsform für die  
10 Straight-Flow-Bauart gegenüber der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform besteht insbesondere darin, dass durch den Ersatz des anlassstabileren 1 CrMoV-Stahles durch den 2 CrMoNiWV-Stahl mit vergleichbaren Warmfestigkeiten, aber geringerer Anlassstabilität durch die gewählten Anlassparameter  
15 die Härten in den Wärmeeinflusszonen des 2 CrMoNiWV und 3,5 NiCrMoV und die Eigenspannungen auf die erforderlichen Niveaus reduziert werden können. Auch hier ergibt sich eine geschweißte Turbinenwelle 8, die im Mitteldruckteil 13 die notwendige Warmfestigkeit besitzt und im Niederdruckteil 14 die  
20 notwendige hohe Festigkeits- und Zähigkeitsanforderungen erfüllt.

Weitere Vorteile ergeben sich dadurch, dass die Turbinenwelle lediglich einmal geschweißt und einmal angelassen werden  
25 muss. Dadurch reduzieren sich die Durchlaufzeiten in der Fertigung. Die Realisierbarkeit von weiteren konstruktiven Lösungen mit hohen Festigkeits- und Zähigkeitsanforderungen im Niederdruckteil 14 und hoher Warmfestigkeit im Mitteldruckteil 13 werden für neue Dampfturbinenbaureihen möglich.



## Patentansprüche

1. Eine in einer Axialrichtung (19) ausgerichtete Turbinen-  
welle (2, 8)  
5 mit einem ersten Strömungsbereich (5, 13) und  
einem in der Axialrichtung (19) an den ersten Strömungs-  
bereich (5, 13) angrenzenden zweiten Strömungsbereich (6,  
14),  
wobei die Turbinenwelle (2, 8) im ersten Strömungsbereich  
10 (5, 13) ein erstes Material aufweist und  
im zweiten Strömungsbereich (6, 14) ein zweites Material  
aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das erste Material einen warmfesten Stahl umfasst und  
15 das zweite Material einen kaltzähen Stahl umfasst.
2. Turbinenwelle (2, 8) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das erste Material einen 2 CrMoNiWV-Stahl und  
20 das zweite Material einen 3,5 NiCrMoV-Stahl umfasst.
3. Turbinenwelle (2, 8) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das erste Material  
25 0,20 - 0,24 Gew.-% C,  $\leq$  0,20 Gew.-% Si, 0,60 - 0,80 Gew.-%  
Mn,  $\leq$  0,010 Gew.-% P,  $\leq$  0,007 Gew.-% S, 2,05 - 2,20  
Gew.-% Cr, 0,80 - 0,90 Gew.-% Mo, 0,70 - 0,80 Gew.-% Ni,  
0,25 - 0,35 Gew.-% V und 0,60 - 0,70 Gew.-% W aufweist  
und wobei das zweite Material  
30 0,22 - 0,32 Gew.-% C,  $\leq$  0,15 Gew.-% Si, 0,15 - 0,40 Gew.-%  
Mn,  $\leq$  0,010 Gew.-% P,  $\leq$  0,007 Gew.-% S, 1,20 - 1,80  
Gew.-% Cr, 0,25 - 0,45 Gew.-% Mo, 3,40 - 4,00 Gew.-% Ni,  
0,05 - 0,15 Gew.-% V aufweist.

4. Turbinenwelle (2, 8) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Material und dem zweiten Material eine Konstruktionsschweißnaht (4) angeordnet ist.

5

5. Turbinenwelle (2, 8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Konstruktionsschweißnaht (4) einen Schweißzusatzwerkstoff aufweist.

10

6. Turbinenwelle (2, 8) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Schweißzusatzwerkstoff 2 Gew.-% Nickel aufweist.

15

7. Verfahren zur Herstellung einer zwei Materialien umfassenden, in einer Axialrichtung (19) ausgerichteten Turbinenwelle (2, 8), dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Material mittels einer Konstruktionsschweißung (4) unmittelbar miteinander verbunden wird.

20

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Material ein 2 CrMoNiWV-Stahl und für das zweite Material ein 3,5 NiCrMoV-Stahl verwendet wird.

25

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass für das erste Material 0,20 - 0,24 Gew.-% C,  $\leq$  0,20 Gew.-% Si, 0,60 - 0,80 Gew.-% Mn,  $\leq$  0,010 Gew.-% P,  $\leq$  0,007 Gew.-% S, 2,05 - 2,20 Gew.-% Cr, 0,80 - 0,90 Gew.-% Mo, 0,70 - 0,80 Gew.-% Ni, 0,25 - 0,35 Gew.-% V und 0,60 - 0,70 Gew.-% W verwendet wird und wobei für das zweite Material

30

35

10

0,22 - 0,32 Gew.-% C,  $\leq$  0,15 Gew.-% Si, 0,15 - 0,40 Gew.-% Mn,  $\leq$  0,010 Gew.-% P,  $\leq$  0,007 Gew.-% S, 1,20 - 1,80 Gew.-% Cr, 0,25 - 0,45 Gew.-% Mo, 3,40 - 4,00 Gew.-% Ni, 0,05 - 0,15 Gew.-% V verwendet wird.

5

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schweißzusatzwerkstoff der Konstruktionsschweißung (4) zugeführt wird.

10

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Schweißzusatzwerkstoff ein Material verwendet wird, das 2 Gew.-% Nickel aufweist.

15

12. Verwendung der Turbinenwelle (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einer Dampfturbine.

FIG 1

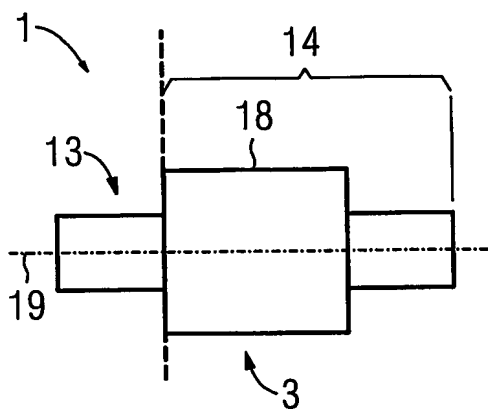


FIG 3

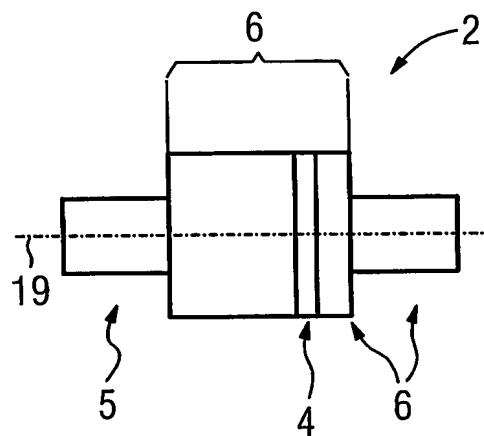


FIG 2

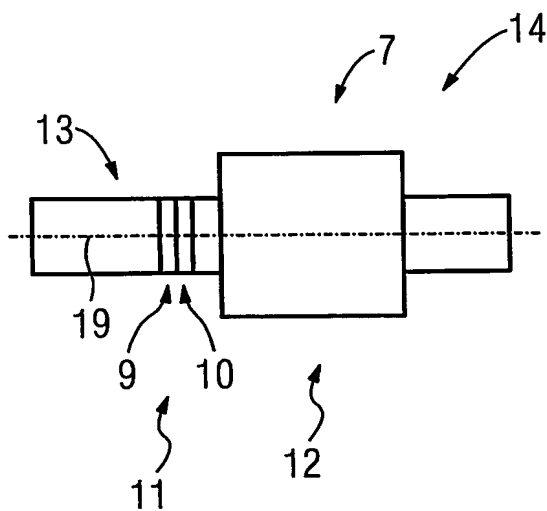
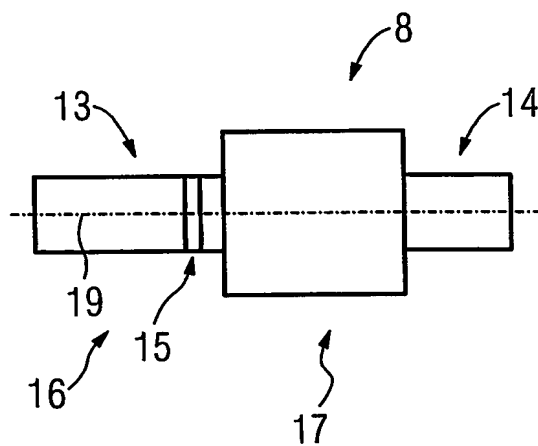


FIG 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In **Original Application No**  
PCT/D/03/03959

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F01D5/02 F01D5/28 F01D5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 964 135 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 15 December 1999 (1999-12-15) paragraph '0001! - paragraph '0004! paragraph '0012! - paragraph '0013! paragraph '0017! abstract; figures 1-3,5,6	1,4,5,7, 10,12
X A	US 5 407 497 A (HASSAN ALAIN ET AL) 18 April 1995 (1995-04-18) column 3, line 12 -column 4, line 2 abstract; figure 3	1,4,5,7, 10,12 2,3,8,9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 May 2004

Date of mailing of the international search report

12/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

O'Shea, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Ir Application No  
PCT/83/03959

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HUCHTEMANN B ET AL: "Fortschritte bei warmfesten und hochwarmfesten Stählen" STAHL U. EISEN, vol. 106, no. 13, 30 June 1986 (1986-06-30), pages 733-738, XP008030416 page 735, column 2, line 5 -page 736, column 2, line 11 abstract; figures 1,3-7 -----	1-3,7-9
A	DE 29 06 371 A (KLOECKNER WERKE AG) 21 August 1980 (1980-08-21) page 4, paragraph 2 page 5, line 3 page 7, paragraph 2 -----	1-3,8,9, 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Patent Application No  
PCT/JP03/03959

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0964135	A	15-12-1999	JP 2000064805 A	29-02-2000
			CN 1246579 A	08-03-2000
			EP 0964135 A2	15-12-1999
			ID 23116 A	02-03-2000
			KR 2000005928 A	25-01-2000
			SG 87808 A1	16-04-2002
			TW 394812 B	21-06-2000
			US 6152697 A	28-11-2000
US 5407497	A	18-04-1995	FR 2701272 A1	12-08-1994
			DE 69421198 D1	25-11-1999
			DE 69421198 T2	25-05-2000
			EP 0610135 A1	10-08-1994
DE 2906371	A	21-08-1980	DE 2906371 A1	21-08-1980

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

fr PCT/ 3/03959

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 F01D5/02 F01D5/28 F01D5/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 964 135 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 15. Dezember 1999 (1999-12-15) Absatz '0001! - Absatz '0004! Absatz '0012! - Absatz '0013! Absatz '0017! Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,5,6	1,4,5,7, 10,12
X	US 5 407 497 A (HASSAN ALAIN ET AL) 18. April 1995 (1995-04-18)	1,4,5,7, 10,12
A	Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 4, Zeile 2 Zusammenfassung; Abbildung 3 -/-	2,3,8,9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Mai 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

O'Shea, G



# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen  
PCT/03/03959

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>HUCHTEMANN B ET AL: "Fortschritte bei warmfesten und hochwarmfesten Stählen"            STAHL U. EISEN,            Bd. 106, Nr. 13,            30. Juni 1986 (1986-06-30), Seiten 733-738, XP008030416            Seite 735, Spalte 2, Zeile 5 -Seite 736, Spalte 2, Zeile 11            Zusammenfassung; Abbildungen 1,3-7            ---</p>	1-3,7-9
A	<p>DE 29 06 371 A (KLOECKNER WERKE AG)            21. August 1980 (1980-08-21)            Seite 4, Absatz 2            Seite 5, Zeile 3            Seite 7, Absatz 2            -----</p>	1-3,8,9,12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

In:  als Aktenzeichen

PCT/ 3/03959

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0964135	A	15-12-1999	JP 2000064805 A	29-02-2000
			CN 1246579 A	08-03-2000
			EP 0964135 A2	15-12-1999
			ID 23116 A	02-03-2000
			KR 2000005928 A	25-01-2000
			SG 87808 A1	16-04-2002
			TW 394812 B	21-06-2000
			US 6152697 A	28-11-2000
US 5407497	A	18-04-1995	FR 2701272 A1	12-08-1994
			DE 69421198 D1	25-11-1999
			DE 69421198 T2	25-05-2000
			EP 0610135 A1	10-08-1994
DE 2906371	A	21-08-1980	DE 2906371 A1	21-08-1980